

DIVULGACIÓN MATEMÁTICA

La pertinencia de la Matemática

Neptalí Romero

Resumen. Este ensayo fue publicado en Principia: Revista de Cultura de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. **15** (2007), 25-37. El mismo fue estimulado por la temerosa ansiedad de presentar algunas líneas a favor del quehacer de los matemáticos. Fueron escritas sobre la base de una serie de citas e ideas adoptadas tras las lecturas de diversos ensayos y libros, en los que de alguna manera u otra se exponen tanto la virtud como la necesidad de mantener en ejecución las labores sobre las cuales se desarrolla la Matemática y demás ciencias denominadas puras.

Algunos ajustes han sido efectuados al artículo original, y unas tantas líneas han sido reescritas. Mi gratitud al referí, quien con sus observaciones enriqueció este ensayo.

Abstract. This essay was published in Principia: Journal of Culture of the University Lisandro Alvarado. **15** (2007), 25-37. The same was stimulated by the fearful anxiety of presenting some lines for the work of mathematicians. They were written based on a series of quotations and ideas readings taken after several trials and books, which in some way or another expose both virtue and the need to maintain in execution of work on which Math and others developed the so-called pure science.

Some adjustments have been made to the original article, and some lines have been rewritten. My gratitude to the referee, who with his observations enriched this essay.

1. Un comentario inicial

En mayo de 1992 la Unión Matemática Internacional (IMU)¹ realizó una reunión ordinaria en el prestigioso Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Brasil) en conmemoración de su cuadragésimo aniversario. En esa reunión se

¹La IMU, siglas en inglés de International Mathematical Union, es la organización mundial que agrupa las diferentes sociedades matemáticas de los distintos países.

produjo la denominada *Declaración de Río de Janeiro* en la que se declaró el año 2000 como Año Mundial de la Matemática, estableciéndose como fundamentales, para el desarrollo de esta ciencia en el siglo XXI, los siguientes objetivos:

- definir los grandes desafíos que debe afrontar la Matemática para el nuevo siglo;
- impulsar el reconocimiento de la Matemática como una de las piezas claves para el desarrollo económico y cultural de las naciones; y
- promover la imagen pública de la Matemática, impulsando su presencia en la sociedad de la información.

Esta iniciativa fue secundada por la UNESCO en su Asamblea General de 1997, y a través de un documento oficial invitó al mundo entero para que, con el inicio del nuevo siglo, volviese su mirada hacia la Matemática.

Aparentemente los dos últimos objetivos de la Declaración de Río de Janeiro lucen una perogrullada. Pocos niegan la importancia e influencia de la Matemática en el desarrollo de la sociedad moderna. Muchas de las tecnologías cotidianas: radio, teléfono, computadoras, códigos de barra, transmisiones electrónicas seguras y satélites, por ejemplo, son posibles gracias a la acción de sofisticados resultados teóricos de la Matemática. A pesar de esta notoriedad, y a la vigencia milenaria del pensamiento matemático como elemento profundamente inherente al poder racional de la actividad humana, tenemos que admitir, con mucha tristeza por cierto, que la Matemática es la más impopular y menos conocida de todas las ciencias. Sin lugar a dudas, ello y el desconocimiento de las actividades que realizan los matemáticos, tiene como principales responsables a sus propios actores. Se ha fallado en revertir esa percepción que sobre esta ciencia y sus actividades tiene la sociedad; no se ha tenido éxito en implementar el mejor antídoto, la divulgación de la actividad matemática, para curar lo que se ha dado en denominar *matefobia*.

Es necesario mencionar que desde el primer número del Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, José Ramón Ortiz, editor jefe para la época, mantuvo hasta el volumen VI del año 1999, una sección que denominó *Proyecto Hilbert 2000*; allí fueron expuestos varios documentos que apuntaban en la misma dirección de la Declaración de Río de Janeiro. Debe resaltarse que Jacques Louis Lions, presidente de la IMU en el año 1994, envió una carta de felicitación por tal iniciativa; véase Vol. I, N^o 2 (1994) del mismo boletín.

Como ejemplos que revelan la inquietud que reconocidos matemáticos del siglo XX han tenido, y tienen, sobre este tema, citamos a continuación frases proferidas por algunos de ellos:

- **Paul Halmos**² *“Me entristece que la gente culta ni siquiera sepa que mi trabajo existe”*

²Paul Halmos (1916-2006) es conocido por valiosos aportes en distintas áreas de la Ma-

- **David Mumford**³ *“Estoy acostumbrado, como matemático profesional, a vivir con una suerte de vacío, rodeado de gente que se declara, con conspicuo orgullo, analfabeta en matemáticas”*
- **Gian-Carlo Rota**⁴ *“Hacer las matemáticas inteligibles para el hombre culto medio, manteniendo los estándares científicos altos, ha sido considerado desde siempre como una navegación peligrosa entre la Escila del desprecio profesional y la Caribdis⁵ de la incomprensión pública”*

2. Sobre la pertinencia de la Matemática

Aun cuando la Matemática es considerada la “Reina de las Ciencias”, una de las más excelsas expresiones de la inteligencia humana y eje fundamental, junto al método experimental, del desarrollo de la ciencia y la tecnología moderna, su impopularidad y el desconocimiento de sus actividades han hecho posible que importantes sectores, con notable influencia política y económica, pongan en duda su efectividad y pertinencia; cuestionamientos que por cierto se trasladan hacia otras ciencias básicas. La Matemática ha contado con ilustres enemigos desde hace mucho tiempo, ejemplo de ello lo fue el célebre poeta y novelista alemán del siglo XVIII, Johann Wolfgang von Goethe, quien en uno de sus escritos, *Máximas y reflexiones*, señala:

“yo respeto la Matemática como la más eminente y útil de las ciencias cuando se ocupa de sus problemas específicos, pero no puedo aprobar que se utilice en cosas que nada tienen que ver con ella, en las cuales la noble ciencia se transforma en un disparate”

Se dice que las razones que condujeron a Goethe a emitir esas opiniones se debieron, nada menos, a las aplicaciones matemáticas hechas por Isaac Newton para sustentar sus estudios de la Óptica y teoría de los colores.

No existe temor en afirmar que las posturas adoptadas por los influyentes sectores hacia el financiamiento de la actividad matemática en nada están relacionadas con celos profesionales. Esa oposición radica en la relación costo-beneficio de la actividad científica; se trata de la presión ejercida a favor del

temática; prolífico escritor, muchos de sus libros son de lectura obligatoria para quienes estudian esta ciencia.

³David Mumford (1937-) es un destacado geómetra, recibió la Medalla Fields en el Congreso Internacional de Matemáticos del año 1974, y en el 2010 recibió la National Medal of Science, el más alto honor científico en los Estados Unidos de América.

⁴Gian-Carlo Rota (1936-1999) fue un respetable matemático y filósofo, con importantes contribuciones en diferentes áreas de la Matemática

⁵Según la mitología griega, Escila era un monstruo marino que habitaba en la caverna de Messina, el navegante que salvara tal peligro, se encontraba al frente del terrible remolido de Caribdis.

corto plazo en la aplicación de los resultados y la producción de bienes materiales derivados de la investigación científica; dejando en un segundo plano los complejos procesos teóricos que son justamente los soportes fundamentales para la utilidad de la ciencia en procura de bienestar social. Infelizmente esas presiones tienen eco en distintos países, especialmente en aquellos donde se hacen esfuerzos por alcanzar mejores niveles de desarrollo científico y tecnológico. Donde esto ha ocurrido, y ocurre, los sectores que planifican la actividad científica diseñan e importan políticas, y normativas, que implican sustanciales recortes presupuestarios en apoyo a la actividad científica, a no ser, claro está, que esta esté dirigida a resolver problemas de impacto inmediato. Así pues, la inversión económica en la investigación científica ha tomado el camino de la relación costo-beneficio, neoliberal para muchos, y que conduce a la perniciosa clasificación de la ciencia en términos de su utilidad en espacios de tiempo.

No deja de ser paradójica esta moderna dinámica: aunque se lleguen a resolver algunos de los problemas llamados prioritarios, y se sienta efímeramente la satisfacción de avanzar hacia el desarrollo científico y tecnológico, el comportamiento asintótico de esos acontecimientos es otro; así lo refleja el insigne médico y científico mexicano Ruy Pérez Tamayo, quien en uno de sus libros⁶, al referirse a la relación ciencia y subdesarrollo, expresa

“Quizá nos hagamos ricos, pero lo pagaremos muy caro. Porque el conocimiento, que es producto de la ciencia, posee la capacidad de liberar al espíritu de las garras del oscurantismo, los prejuicios y la ignorancia. Y ahí seguiremos, regodeándonos en la penumbra de nuestra cultura precientífica, creyendo que esa es la máxima claridad que existe, cuando afuera brilla el sol del mediodía de la ciencia”

Bajo el amparo de argumentos mercantilista han ocurrido varias iniciativas de clausura, o disminución, de programas de formación de matemáticos en distintos países. Muy recientemente, apenas en 2010, en VU University Amsterdam se intentó clausurar la sección de Álgebra y Topología de su Facultad de Ciencias. Otro atropello, no tan reciente, ocurrió a mediados de la década de los 90 en la Universidad de Rochester⁷, Estados Unidos de América. El intento de cierre de uno de sus programas estelares en Matemáticas produjo un significativo repudio por parte de la comunidad científica de ese país. Ejemplo de ello es un documento, firmado por 31 miembros del Departamento de Física de la Universidad de Harvard, incluidos 3 premios Nobel, 13 miembros de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos de América y el Decano de la División de Ciencias Aplicadas, donde se sentencia:

⁶ *Acerca de Minerva*. Colección: Ciencia para todos. Editorial Fondo de Cultura Económica. México, 2005. Puede leerse en línea en

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/~ciencia2/40/htm/minerva.htm>

⁷A. Jaffe, S. Baouendi and J. Lipman. *Demotion of Mathematics at Rochester Meets Groundswell of Protest*, Notice **43(3)**, 307-313 (1996)

“La historia reciente confirma la interacción entre los conceptos matemáticos fundamentales y los avances de la ciencia y la tecnología. Es imposible tener una universidad líder en ciencia y tecnología sin un fuerte departamento de matemáticas”

Ciertamente no hay necesidad de recurrir a ejemplos foráneos. En nuestro país también han existido intentos de esa naturaleza, ya ocurrió en la Universidad Nacional Abierta, y localmente, en un pasado no muy remoto, se escucharon algunas voces que, aunque tímidas y sin mucho eco, abogaron por el cierre de nuestra Licenciatura en Ciencias Matemáticas. En cualquiera de los casos, los argumentos son esencialmente los mismos: formar a un pequeño grupo de jóvenes, algunos de los cuales pasarán buena parte de sus vidas profesionales tratando de resolver problemas raros sin una posible aplicabilidad, es demasiado costoso.

No es difícil deducir de estos comentarios que ciertamente los objetivos propuestos en la Declaración de Río de Janeiro dejan de ser triviales. De allí que en contra a esas posturas y argumentos que defienden la relación costo-beneficio como principal elemento para la subvención de la actividad científica, se impone la necesidad de implementar mecanismos que permitan a la sociedad percibir con claridad el lugar que ocupa la Matemática en el desarrollo de las ciencias, la tecnología y la cultura. En opinión de Miguel de Guzmán⁸, la divulgación de la actividad científica matemática es el más importante de estos mecanismos, pues con su accionar se contribuirá a:

- *“... romper el lastre de prejuicios que vamos arrastrando de una generación a otra en torno de la Matemática y que, en muchos casos, es causa de los bloqueos con respecto a ella colocados en la mente de los niños ...”*
- *“... mejorar las condiciones culturales de muchas personas, abriéndoles los ojos a la realidad de la cultura actual, haciéndoles capaces de proveerse de herramientas indispensables para muchas de las actividades de las profesiones del futuro ...”*
- *“... que la sociedad sea capaz de valorar de modo adecuado el papel de la Matemática hoy día, de tal modo que se percate que incluso muchos aspectos podrán parecer ociosos del quehacer matemático, posiblemente tendrán su fruto práctico ...”*

Aprovecharemos este ensayo para ofrecer una pequeña contribución en la dirección señalada por Guzmán; no sin antes intentar entender, sin animos de

⁸Miguel de Guzmán (1936-2004) filósofo y matemático español, forjador de reconocidos matemáticos de habla hispana. Sus ideas sobre Educación Matemática y Didáctica de la Matemática han inspirado a varias generaciones de profesionales dedicados a la enseñanza de esta ciencia en todos sus niveles. Escribió un considerable número de artículos y libros sobre esos temas. En el sitio web <http://www.mat.ucm.es/~guzman/> aún se mantiene abierta parte de destacada obra.

justificar, las razones que conducen a los sectores antes mencionados a imponer limitaciones de carácter económico al fomento de la actividad matemática y demás ciencias básicas.

La primera de esas razones es de carácter intrínseco debido a las características que hacen a la Matemática una ciencia abstracta; veamos. Sus objetos de estudio son en su mayoría ideales o virtuales, no existen como realidades físicas; aunque desde la antigüedad muchas de las creaciones matemáticas han estado inspiradas por problemas prácticos: la Aritmética nació de las necesidades de contar y sumar; mientras que las necesidades de medir líneas y superficies, actividades ligadas a las tareas agrícolas, estimuló la creación de los elementos que originaron la Geometría. También es cierto que buena parte de los objetos de estudio son definidos sobre los ya existentes. Esto sucede en una cadena que aumenta el nivel de abstracción a medida que nuevos eslabones son anexados. Sobre estas construcciones se buscan relaciones entre los distintos objetos, se investiga sobre sus propiedades comunes, se engloban en teorías que explican esas relaciones y propiedades; finalmente, se investiga sobre qué supuestos se cumplen algunas de esas propiedades, en procura de emplear ellas para caracterizar todos los objetos que las satisfacen. Todo este proceso de creación intelectual se realiza mediante un conjunto de razonamientos abstractos conocidos como método axiomático deductivo. A partir de algunas verdades evidentes, axiomas previamente establecidos, este método se emplea para obtener nuevas verdades, propiedades y objetos. El enunciado que establece una conclusión obtenida mediante este método deductivo es denominado *teorema*. Al conjunto de pasos y conclusiones previas, deducidas por el empleo de este método, fue bautizada por los griegos como *demostración*. La manera de cómo se crea nuevo conocimiento matemático marca una notable diferencia con los procedimientos de otras ciencias, en las que ocurre, por ejemplo, que algunas de sus verdades no tienen vigencia invariable con el tiempo. No sucede lo mismo con las conclusiones matemáticas, que por causa de su naturaleza abstracta y a la forma como se certifican sus resultados, las convierte en conocimientos universales e irrefutables, independientes de todo credo político, religioso o económico. El conocimiento matemático es acumulativo, nueva matemática es construida sobre la anterior sin que esta última pierda su validez. La literatura matemática es extraordinariamente estable y segura; además, mantiene un rastro imborrable en muchas otras ciencias y sus aplicaciones. Con respecto a ello se distinguen las palabras de uno de los más destacados físicos del siglo XX, Eugene Wigner⁹, quien en su artículo *La irrazonable efectividad de la Matemática en las Ciencias Naturales*¹⁰, expuso:

⁹Eugene Wigner (1902-1995) físico y matemático húngaro, en 1963 recibió el Premio Nobel de Física por sus contribuciones a la teoría atómica.

¹⁰The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences, *Communications on Pure and Applied Mathematics* **13(1)** (1960), 1-14

“El milagro de la adecuación del lenguaje de las matemática para la formulación de las leyes físicas es un don maravilloso que ni entendemos ni merecemos. Deberíamos estar agradecidos por ello, con la esperanza que continúe siendo válido en el futuro y que se extienda a otras ramas del conocimiento”

El otro ingrediente también es de vieja data. Desde hace mucho tiempo ha existido una marcada tendencia en querer establecer una separación de la actividad matemática en pura y aplicada, lo cual ha generado controversias que en ocasiones muestra a los radicales puros despreciando a quienes se dedican a las aplicaciones prácticas de las matemáticas, incluso tildándoles de mercantilistas y utilitarios; mientras que los antipuristas ortodoxos consideran inútil al conocimiento matemático que no tiene una aplicación directa para resolver los problemas que la sociedad plantea. Como muestra de esta rivalidad, catalogada de filosófica, presentaremos declaraciones que en cierta forma marcaron la tendencia de ambas vertientes, justamente en una época caracterizada por la crítica a los fundamentos de la Matemática, lo que condujo a la consolidación de un lenguaje y nomenclatura precisas para el desarrollo tanto de la Matemática como de otras ciencias.¹¹ Reproducimos palabras de dos grandes matemáticos y hombres de ciencias de finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX: el francés Henri Poincaré¹² y el alemán Felix Klein¹³, ambos figuras centrales en el primer congreso internacional de matemáticos celebrado en Zurich en 1897. A Poincaré le correspondió la conferencia inaugural, allí manifestó:

“Las combinaciones que se pueden formar con números y símbolos son infinitas. Entre tanta espesura, ¿cómo escogeremos las merecedoras de nuestra atención? ¿nos dejaremos llevar por nuestros caprichos y manías? Esto nos llevará sin dudas a unos más lejos de los otros, y rápidamente dejaremos de entendernos entre nosotros. La Física no solo evitará que podamos perdernos, sino que incluso nos protegerá de un peligro aún más espantoso, que permanezcamos dando vueltas en círculos para siempre. La historia demuestra que la Física no solo nos fuerza a elegir, sino que nos ha impuesto direcciones en las que no hubiésemos ni tan siquiera soñado de otra manera. ¡Que podrá ser de mayor utilidad!”

¹¹Un interesante relato sobre esta época crítica de la Matemática puede leerse en el valioso artículo *“David Hilbert y su Filosofía Empiricista de la Geometría”* de Leo Corry, publicado en el Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, volumen IX, No. 1, año 2002.

¹²Henri Poincaré (1854-1912) matemático y notable filósofo. En 1887 el rey Oscar II de Suecia ofreció un premio por una respuesta a una cuestión fundamental en astronomía: ¿es estable el sistema solar? Aunque Poincaré recibió el premio, no respondió la pregunta; sin embargo el desarrollo teórico presentado en el manuscrito del mencionado premio, colocó las bases y fundamentos de dos grandes áreas de la matemática moderna: la topología y la teoría cualitativa de las ecuaciones diferenciales ordinarias, que a su vez sirvió de punto de partida de la teoría de los sistemas dinámicos

¹³Felix Klein (1849-1925) importante geómetra y unificador de las teorías en geometría; luego de demostrar que las geometrías métricas, euclidianas o no, son casos particulares de la geometría proyectiva, en 1872 presentó el Programa Erlangen, con el cual se puso final a la separación entre las geometrías pura y analítica.

Por su parte Klein, a quien le correspondió la conferencia de clausura de ese congreso, expresó:

“No dejaré sin mencionar la cuestión general de la estrecha relación que existe entre las matemáticas y sus aplicaciones, tema central de la brillante exposición de Monsieur Poincaré. Nadie está más convencido que yo de la importancia de esta estrecha relación; sin embargo, delante de la asamblea de este congreso matemático, me parece apropiado mencionar otro aspecto, y es que existe algo llamado Matemática Pura, que es, de hecho, el corazón de nuestra ciencia, y su prosperidad es un prerrequisito para que todas las otras actividades de matemáticas no decaigan a un nivel más bajo”

Obviamente las anteriores palabras no solo evidencian la rivalidad entre Poincaré y Klein, también muestra la pugna entre las vertientes pura y aplicada de la Matemática. Polémica esta nada nueva; los estudiosos de la Filosofía hacen notar que en el escrito *“Philebus”*, de Platón, se recoge el siguiente diálogo entre Sócrates y Plutarco.

- **Sócrates:** Plutarco, ¿existe acaso dos tipos de aritmética: la de la gente y la de los filósofos? ¿y qué me dices del arte de contar, o de las medidas usadas en la construcción y el comercio, en comparación con la geometría filosófica y los cálculos elaborados? ¿debemos hablar de una de ellas o de las dos?
- **Plutarco:** Yo diría que cada una de ellas son las dos.

3. Sobre la utilidad de la Matemática

Basados en los párrafos precedentes, asumimos dos acciones que lucen fundamentales: en primer lugar, entender que los aspectos cualitativos de la Matemática pueden introducir ruidos tanto en quienes diseñan los programas de subvenciones y apoyos económicos para el desarrollo de las actividades científicas, como en quienes realizan las evaluaciones que conducen a la entrega de esos aportes; y por otra parte, aportar con estas líneas un conjunto de ejemplos, reducido por cierto, para mostrar algunos de los avances que ha tenido la ciencia y la tecnología gracias a los aportes teóricos de la Matemática.

Comenzaremos con un ejemplo emblemático; se trata de la Teoría de Números y unos de sus grandes representantes: el matemático inglés Godfrey Hardy, quien en uno de sus libros, *Autojustificación de un matemático*, Ariel, Barcelona (1981)¹⁴, señala

¹⁴A Mathematician's Apology, es el nombre original de este libro publicado por primera vez en 1940

“Una ciencia es considerada útil si su desarrollo tiende a acentuar las desigualdades existentes en la distribución de la riqueza, o bien, de un modo más directo, fomenta la destrucción de la vida humana”

En esa misma obra, Hardy dedica duras palabras a su labor científica, se vanagloria de haber dedicado gran parte de su vida a la creación de un arte abstracto como la matemática pura, y en particular al desarrollo de la Teoría de Números, de la cual decía que “... *por causa de su suprema inutilidad, es la reina de las matemáticas* ...” No obstante, cuando se examina esa reina, se percibe que por causa de sus aportes teóricos, tales como las factorizaciones en números primos y los códigos que ellos generan, ella es pieza fundamental en la conducción de transmisiones electrónicas seguras sin las cuales las transacciones bancarias no serían posibles.

Otro ejemplo interesante es la utilización de los números complejos y las teorías analíticas sobre ellos construidas. Entre los siglos XVII y XIX se establecieron los fundamentos del sistema numérico formado por estos números, y de lo que se conoce con el nombre de Análisis complejo. En nuestros días es impensable el diseño y construcción de motores eléctricos sin el empleo de estos irreales números, como tampoco serían posibles muchos de los resultados fundamentales del electromagnetismo, la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica; aplicaciones que jamás pensaron los creadores de estos fundamentos matemáticos.

En el ámbito de la Computación moderna, esta no existiría sin el código binario, descrito por Leibniz en el siglo XVII; por otro lado, con el apoyo de las Álgebras Booleanas, inventadas a mediados del siglo XIX, fue posible, gracias a valiosos teoremas de Claude Shanon (1916-2001), la implementación de los circuitos digitales, tecnología básica fundamental para la construcción de los computadores. No podemos dejar de decir que la Teoría de la Computación está basada en la Matemática Discreta, y que de esa relación nació la llamada Teoría de la Complejidad, la cual ofrece una medida matemática para identificar diferentes clases de computación. Adicionalmente, la Computación Cuántica (aún no desarrollada físicamente) está siendo construida con grandes aportes de la Física y la Matemática; con su futura implementación tecnológica podrán ser resueltos problemas que no son posibles abordar con la teoría de computación existente.

La relación entre la Biología y la Matemática es también muy notoria y fructífera, varios ejemplos pueden ser citados; de hecho existe un área del conocimiento denominada Biomatemática, de la que Vito Volterra¹⁵ es uno de

¹⁵Vito Volterra (1860-1940) excepcional científico italiano, fue uno de los principales impulsores del desarrollo científico de Italia y España. Fomentó el empleo de la Matemática en la resolución de problemas ligados a la Física, Biología y Economía, en tanto que distinguía la actividad matemática para tales fines. Fue un notorio activista antifascista, lo que le costó su puesto de trabajo científico en las universidades italianas. Una interesante biografía, aunque corta, puede leerse en el artículo de Ana Millán Gasca, *Vito Volterra*. Revista Investigación

sus pioneros. Este físico y matemático hizo grandes aportes al desarrollo de las ecuaciones diferenciales tanto ordinarias como parciales; además, se encuentra entre los precursores del Análisis funcional, cuyo germen fue proporcionado por sus estudios acerca de las ecuaciones integro-diferenciales. Curiosamente Volterra empleó estas herramientas matemáticas, usadas inicialmente en el estudio de problemas físicos, para estudiar problemas biológicos, más específicamente, la evolución de las poblaciones de peces en el Mar Adriático, de cuyo análisis matemático nació la dinámica de poblaciones. Estos modelos integro-diferenciales, conocidos como modelos de Volterra, han sido extendidos hacia la epidemiología con el estudio de la propagación de enfermedades en poblaciones; por otro lado, la Genética Molecular se ha favorecido con el empleo de estos modelos en la interacción depredador-presa, en la que los depredadores son virus y las presas son células humanas. Ello ha permitido el diseño de medicamentos y su administración, por lo que no resulta sorprendente que importantes avances en la erradicación de virus, como el HIV, tengan sus orígenes en los modelos matemáticos introducidos por Volterra hace más de 80 años.

Otro ejemplo del impacto de la Matemática en la sociedad moderna, popularizado por producciones literarias y cinematográficas, son los aportes que hiciera a las teorías económicas el matemático estadounidense, y Premio Nobel de Economía 1994, John Nash¹⁶. Su vida es retratada en la película “A Beautiful Mind”, basada en la biografía escrita por Sylvia Nasar. A la edad de 21 años, en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, Nash expuso en su tesis doctoral, con menos de 30 páginas, una solución a juegos estratégicos no cooperativos, hoy día denominada equilibrio de Nash. Se dice que luego de más de 40 años, este equilibrio fue empleado en la negociación de bandas electromagnéticas en los Estados Unidos; además, sus teorías de juegos han sido útiles en importantes avances de la genética poblacional, permitiendo la predicción de distintos estados en la competencia entre distintas especies y dentro de ellas.

La relación entre la Física y la Matemática, definida como simbiótica por Poincaré, merece un capítulo aparte: son muchos los volúmenes que podrían escribirse para exponer esa relación. Un ápice de ello lo encontramos en los siguientes hechos. La Física moderna se vería en serios aprietos sin los aportes de la Matemática; por ejemplo, la Teoría de la Relatividad no tendría el desarrollo y profundo impacto científico y tecnológico sin las bases proporcionadas por las geometrías no euclidianas. Por otro lado, en el estudio de uno de los más importantes problemas para los físicos teóricos: la búsqueda de una teoría

y Ciencia, **339**, 71-78 (2009), libre en la web.

¹⁶John Nash (1928-), destacado matemático con importantes aportes a la Topología, Geometría Algebraica, Teoría de Juegos y Lógica. Durante su estadía como estudiante doctoral en Princeton, evitó asistir a clases y conferencias del instituto; decidió aprender solo, sin la asistencia de profesores, e incluso de libros; las razones: poder desarrollar teorías y conceptos originales. A pesar del reconocimiento de su tesis doctoral con el premio Nobel, el propio Nash afirma que esos resultados no fueron los más relevantes en su carrera

unificada de campos, la Geometría Algebraica tiene una presencia especial, de la que no solamente es favorecida la Física, sino que mucha de la Matemática que se ha creado está relacionada con esa presencia. Como dato resaltante, en el Congreso Internacional de Matemáticos de 1998, 3 de las 4 medallas Fields¹⁷ correspondieron a matemáticos que trabajaban en áreas fuertemente influenciadas por la Física; adicionalmente se concedió un premio especial por los trabajos desarrollados en Computación Cuántica, cuyas bases están en gran parte en la Mecánica Cuántica. Más recientemente, durante el Congreso Internacional de Matemáticos del año 2010, celebrado en India, 2 de las 4 medallas Fields fueron otorgadas a matemáticos por sus importantes aportes a la Física estadística.

Existen obviamente muchas otras interacciones entre la Matemática y otras ciencias, mediante ellas se abordan, o permitirán abordar, importantes fenómenos que requieren ser entendidos para ofrecer soluciones a problemas que afectan a la sociedad moderna, y por ende brindarle bienestar. Es notoria entonces la imposibilidad de catalogar de inútil, en el buen sentido de la palabra, a la Matemática y su accionar. Por muy abstractas y esótericas que pudiesen lucir, sus resultados no deben ser tildados de impertinentes y de poco impacto para el desarrollo de la humanidad; solo un ser supremo tiene tan elevada capacidad.

Concluimos con una profunda necesidad, digamos que poética, de citar una pequeña parte del libro *“El papel de la Matemática en el desarrollo de la ciencia”*, Alianza Editorial (1991) de Salomon Bochner. En esa obra Bochner relata que en uno de los escritos del obispo Anatolio de Alejandría (siglo III de nuestra era), se cuenta que un desconocido humorista empleaba las siguientes palabras de Homero para describir la Matemática:

“Ella, que se alza, pequeña al principio, pero que pronto llega a tocar los cielos con su frente, mientras que sus pies caminan sin cesar sobre la Tierra”

(Iliada, canto IV)

Neptalí Romero
Departamento de Matemáticas.
Decanato de Ciencias y Tecnología
Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado
e-mail: nromero@ucla.edu.ve

¹⁷La Medalla Fields es el máximo galardón que reciben los matemáticos. Dado que no existe un Premio Nobel de Matemática, se piensa en ella como su equivalente, aunque sus mercedores no deben alcanzar más de cuarenta años de edad. Esta medalla es entregada cada 4 años cuando se celebra el Congreso Internacional de Matemáticos, evento organizado por la IMU

